

# ETHYLENE TRIMERIZATION CATALYST AND METHOD FOR TRIMERIZING ETHYLENE BY USING THE CATALYST

**Publication number:** JP2003071294

**Publication date:** 2003-03-11

**Inventor:** YOSHIDA OSAMU; OKADA HISANORI; MURAKITA YOSHIYUKI

**Applicant:** TOSOH CORP

**Classification:**

**- international:** B01J31/22; C07B61/00; C07C2/32; C07C11/107; C08F4/69; C08F10/00; C08F10/02; B01J31/16; C07B61/00; C07C2/00; C07C11/00; C08F4/00; C08F10/00; (IPC1-7): C07B61/00; C08F4/69; C08F10/02; B01J31/22; C07C2/32; C07C11/107

**- European:**

**Application number:** JP20010268826 20010905

**Priority number(s):** JP20010268826 20010905

**Report a data error here**

## Abstract of JP2003071294

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To efficiently and highly selectively produce 1-hexene from ethylene.  
**SOLUTION:** Use is made of a catalyst obtained by bringing a halogenated organic polymer and an alkyl metal compound into contact with a tripodal- neutral-ligand-coordinated chromium complex represented by ACrBn (wherein (n) is an integer of 1-3; A is a tripodal neutral polydentate ligand; Cr is a chromium atom; B is at least one member selected from the group consisting of hydrogen atom, a halogen atom, and a linear or branched alkyl).

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-71294

(P2003-71294A)

(43) 公開日 平成15年3月11日 (2003.3.11)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別番号	F I	データベース (参考)
B 0 1 J 31/22		B 0 1 J 31/22	Z 4 G 0 6 9
C 0 7 C 2/32		C 0 7 C 2/32	4 H 0 0 6
11/107		11/107	4 H 0 3 9
// C 0 7 B 61/00	3 0 0	C 0 7 B 61/00	3 0 0 4 J 0 2 8
C 0 8 F 4/69		C 0 8 F 4/69	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			
(21) 出願番号	特願2001-268826 (P2001-268826)	(71) 出願人	000003300 東ソー株式会社 山口県新南陽市関成町4560番地
(22) 出願日	平成13年9月5日 (2001.9.5)	(72) 発明者	吉田 純 三重県桑名市新西方5-304
		(72) 発明者	岡田 久則 三重県四日市市盛坂町360-1
		(72) 発明者	村北 栄之 三重県四日市市別名3-4-1
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 エチレンの三量化触媒及びこの触媒を用いたエチレンの三量化方法

## (57) 【要約】

【課題】エチレンから効率よく、かつ高選択的に1-ヘキセンを製造する。

【解決手段】ハロゲン化有機高分子化合物とアルキル金属化合物、 $A C r B_n$  (式中、nは1~3の整数である。Aは三脚型構造を有する中性の多座配位子であり、Crはクロム原子、Bは水素原子、ハロゲン原子、及び直鎖もしくは分岐状のアルキル基からなる群より選ばれた1種以上を表す。)で示される三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロム錯体を接触させることにより得られる触媒を用いる。

## 【特許請求の範囲】

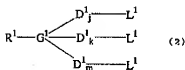
【請求項1】ハロゲン化された有機高分子化合物と、アルキル金属化合物と、更に下記一般式(1)



(式中、nは1～3の整数である。Aは三脚型構造を有する中性の多座配位子であり、Crはクロム原子、Bは水素原子、ハロゲン原子、及び直鎖もしくは分岐状のアルキル基からなる群より選ばれる1種以上を表す。)で示される三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロム錯体を接触させることにより得られるエチレンの三量化触媒。

【請求項2】三脚型構造を有する中性の多座配位子が、下記一般式(2)

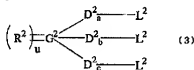
【化1】



(式中、j, k, mはそれぞれ独立して0～6の整数であり、D<sup>1</sup>はそれぞれ独立して置換基を有していてもよい2価の炭化水素基、L<sup>1</sup>はそれぞれ独立して周期表14族、15族、16族または17族元素を含有する置換基を表す。また、G<sup>1</sup>は炭素またはケイ素、R<sup>1</sup>は水素原子、炭素数1～10のアルキル基または炭素数6～10のアリール基を表す。)

または下記一般式(3)

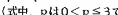
【化2】



(式中、a, b, cはそれぞれ独立して0～6の整数であり、uは0または1の整数である。D<sup>2</sup>はそれぞれ独立して置換基を有していてもよい2価の炭化水素基、L<sup>2</sup>はそれぞれ独立して周期表14族、15族、16族または17族元素を含有する置換基を表す。また、G<sup>2</sup>は窒素原子またはリン原子、R<sup>2</sup>は酸素原子またはイオウ原子を表す。)で示される三座配位子であることを特徴とする請求項1に記載のエチレンの三量化触媒。

【請求項3】三脚型構造を有する中性の多座配位子がi a c i a lに配位したクロム錯体を用いることを特徴とする請求項1または2に記載のエチレンの三量化触媒。

【請求項4】アルキル金属化合物が、下記一般式(4)



(式中、pは0< p ≤ 3であり、qは0 ≤ q < 3であって、しかもp+qは1～3である。Mはリチウム、マグネシウム、亜鉛、ホロンまたはアルミニウムを表し、Rは炭素数1～10のアルキル基からなる群より選ばれる

1種以上を表し、Xは水素原子、アルコキシ基、アリール基及びハロゲン原子からなる群より選ばれる1種以上を表す。)で示される化合物であることを特徴とする請求項1～3に記載のエチレンの三量化触媒。

【請求項5】ハロゲン化された有機高分子化合物が、炭素数1000～500000個の炭化水素基と500～250000個の周期表17族の元素からなる化合物であることを特徴とする請求項1～4に記載のエチレンの三量化触媒。

【請求項6】請求項1～5に記載のエチレンの三量化触媒の存在下で、エチレンを三量化することと特徴とするエチレンの三量化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エチレンの三量化触媒及びこの触媒を用いたエチレンの三量化方法に関する。さらに詳しくは、線状低密度ポリエチレン(LLDPE)の原料モノマーとして有用な1-ヘキセンをエチレンから効率よく、かつ高選択的に製造するエチレンの三量化触媒、及びその触媒を用いたエチレンの三量化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】エチレンを三量化して1-ヘキセンを得る方法において、クロム化合物を触媒として用いることは公知である。例えば、特開昭62-265237号公報にはクロム化合物、ポリドロカビルアルミニウムオキシド及びドナー配位子からなる触媒系が開示されている。特開平6-239920号公報には、クロム化合物、ピロール含有化合物、金属アルキル化合物及びハライドからなる触媒系が、また特開平8-59732号公報には、クロム化合物、金属アルキル化合物及び酸アミドまたはイミド化合物からなる触媒系が開示されている。

【0003】また、特開平6-298673号公報には、クロミウム塩の多座配位子であるホスフィン、アルシン及び/またはスチビンの配位錯体とアルミノキシンからなる触媒が開示されている。さらに、特開平10-7712号公報には、特定の窒素配位子が配位したクロムの塩素錯体やアルキル錯体とアルミニウム化合物からなる触媒が、特開平10-231317号公報には、環状ポリアミンまたはヒドロリス(ピラゾリル)ポレートが配位したクロム錯体とアルキルアルミニウム化合物からなる触媒が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開昭62-265237号公報に記載の方法では、1-ヘキセンと同時にポリエチレンが多く副生する欠点がある。特開平6-239920号公報に記載の方法は、ポリエチレンの副生が少なく、この点ではかなり改善しているが、触媒の構成成分であるピロール含有化合物は、空気に対し

て極めて不安定な物質であるため着色しやすいため取り扱いが難しく、更に反応終了後には着色成分を除去するための処理または新たな装置を必要とする等、工業的な触媒としては十分なものではなかった。特開平8-59732号公報に記載の方法では、触媒の構成成分である酸アミドまたはイミド化合物の化合物群の中で活性を得るには、ある特定のイミド化合物(マレイミド)を用いる必要がある。マレイミドは溶解性が低いため触媒調製が煩雑であり、マレイミドは入手が難しいばかりか高価であり、経済性の面においても問題がある。特開平6-298673号公報に記載の方法では、実施例の再現性に問題がある。特開平10-7112号公報に記載の方法は、触媒活性が低いという問題がある。特開平10-231317号公報に記載の方法は、ポリエチレンの生成が多く、オリゴマー中の1-ヘキセンの選択性も低いという欠点がある。

【0005】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的はLSDPEの原料モノマーとして有用な1-ヘキセンをエチレンから効率よく、かつ高選択的に製造し、しかも取り扱いの容易なエチレンの三量化触媒、及びこの触媒を用いたエチレンの三量化方法を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記の課題を解決するため鋭意検討を行った結果、ハロゲン化された有機高分子化合物とアルキル金属化合物と特定の多座配位子が配位したクロム錯体との接触によって得られる三量化触媒は、安定で取り扱いが容易であり、しかもこれを用いると高い活性でエチレンの三量化反応が進行し、高選択的に1-ヘキセンが生成することを見出し、本発明を完成するに至った。

【0007】即ち本発明は、ハロゲン化された有機高分子化合物とアルキル金属化合物と三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロム錯体との接触によって得られるエチレンの三量化触媒及びそれを用いたエチレンの三量化方法に関する。

【0008】

【発明の実施の形態】次に、本発明についてさらに詳しく説明する。

【0009】本発明においては、エチレンの三量化触媒を構成する一成分として、下記一般式(1)



(式中、nは1~3の整数である。Aは三脚型構造を有する中性の多座配位子であり、Crはクロム原子、Bは水素原子、ハロゲン原子、及び直鎖もしくは分岐状のアルキル基からなる群より選ばれる1種以上を表す。)で示される三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロム錯体を用いられる。

【0010】ここで、クロム錯体に配位させる三脚型構造を有する中性の多座配位子として用いられるものは特

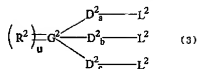
に限定されないが、例えば、下記一般式(2)

【化3】



(式中、j, k, mはそれぞれ独立して0~6の整数である。D<sup>j</sup>はそれぞれ独立して置換基を有していてもよい2価の炭化水素基、L<sup>1</sup>はそれぞれ独立して周期表14族、15族、16族または17族元素を含有する置換基を表す。また、G<sup>1</sup>は炭素またはケイ素、R<sup>1</sup>は水素原子、炭素数1~10のアルキル基または炭素数6~10のアリール基を表す。)または下記一般式(3)

【化4】



(式中、a, b, cはそれぞれ独立して0~6の整数であり、uは0または1の整数である。D<sup>2</sup>はそれぞれ独立して置換基を有していてもよい2価の炭化水素基、L<sup>2</sup>はそれぞれ独立して周期表14族、15族、16族または17族元素を含有する置換基を表す。また、G<sup>2</sup>は窒素原子またはリン原子、R<sup>2</sup>は酸素原子またはイオウ原子を表す。)で示される三座配位子が好適なものとして挙げられる。

【0011】上記一般式(2)及び(3)において、D<sup>1</sup>及びD<sup>2</sup>としては特に限定されるものではないが、例えば、アルキレン基、シクロアルキレン基、フェニレン基、トリレン基、キシリレン基等が挙げられる。また、その置換基としては、例えば、メチル基、エチル基等のアルキル基類、メトキシ基、エトキシ基等のアルコキシ基類等が挙げられる。

【0012】一般式(2)及び(3)において、L<sup>1</sup>及びL<sup>2</sup>で示される周期表14族、15族、16族または17族元素を含有する置換基は特に限定されるものではないが、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基等のアルコキシ基類、フェノキシ基、2, 6-ジメチルフェノキシ基等のアリールオキシ基類、メチルチオ基、エチルチオ基、プロピルチオ基、ブチルチオ基等のアルキルチオ基類、フェニルチオ基、トリルチオ基等のアリールチオ基類、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ビス(トリメチルシリル)アミノ基等のジアルキルアミノ基類、ジフェニルアミノ基等のジアリールアミノ基類、メチルフェニル基等のアルキルアリールアミノ基類、ジメチルホスフィノ基、ジエチルホスフィノ基等のジアルキルホスフィノ基類、ジフェニルホスフィノ基、ジトリルホスフィノ基等のジアリールホ

スフィノ基類、メチルフェニルホスフィノ基等のアルキルアリールホスフィノ基類が挙げられる。

【0013】また、フリル基、ベンゾフリル基、チエニル基、ベンゾチエニル基、ビラゾリル基、トリアゾリル基、テトラゾリル基、ヒリジル基、イミダゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、インダゾリル基、キノリル基、イソキノリル基、オキサゾリル基、チアゾール基等の周期表14族、15族、16族または17族元素を含有する複素環基類が挙げられる。これらの複素環の置換基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、オクチル基、フェニル基等が挙げられる。

【0014】一般式(2)におけるR<sup>1</sup>は特に限定されるものではないが、例えば、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンジル基、ヒドロキシメチル基、シアロエチル基、アリル基、トリフルオロプロピル基等の炭素数1〜10のアルキル基類、またはフェニル基、p-メチルフェニル基、p-クロロフェニル基等の炭素数6〜10のアリール基類が挙げられる。

【0015】上記一般式(2)及び(3)で示される三脚型構造を有する中性の三座配位子は特に限定されるものではないが、例えば、周期表14族、15族、16族または17族元素を含有する置換基を持つ多座配位子としては、トリス(メトキシメチル)メタン、1, 1, 1-トリス(メトキシメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(メトキシメチル)プロパン、1, 1, 1-トリス(メトキシメチル)ブタン、1, 1, 1-トリス(エトキシメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(プロポキシメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(ブトキシメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(フェノキシメチル)エタン等の含酸素三座配位子類、1, 1, 1-トリス(メチルチオメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(ブチルチオメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(フェニルチオメチル)エタン等の含イオウ三座配位子類、1, 1, 1-トリス(ジメチルアミノメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(ジフェニルアミノメチル)エタン等の含窒素三座配位子類、1, 1, 1-トリス(ジフェニルホスフィノメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(ジメチルホスフィノメチル)エタン、1, 1, 1-トリス(ジエチルホスフィノメチル)エタン等の含リン三座配位子類が挙げられる。

【0016】さらに、周期表14族、15族、16族または17族元素を含有する複素環基を持つ多座配位子としては、トリフルルメタン、トリス(5-メチル-2-フリル)メタン、トリス(5-エチル-2-フリル)メタン、トリス(5-ブチル-2-フリル)メタン、1, 1, 1-トリフルルエタン、トリフルルアミン、トリフルルホスフィン、トリフルルホスフィンオキシド等の含酸素三座配位子類、トリス(チエニル)メタン等の含イオウ三座配位子類、更にトリ(1-ビラゾリル)メタン、トリス(3, 5-ジメチル-1-ビラゾリル)メタ

ン、トリス(3, 5-ジイソプロピル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3, 5-ジフェニル-1-ビラゾリル)メタン、1, 1, 1-トリス(3, 5-ジメチル-1-ビラゾリル)エタン、1, 1, 1-トリス(3, 5-ジメチル-1-ビラゾリル)プロパン、1, 1, 1-トリス(3, 5-ジメチル-1-ビラゾリル)ブタン、トリス(2-ビラゾリル)メタン、トリス(2-メチル-2-ビラゾリル)メタン、トリス(2-ビラゾリル)アミン、トリス(2-ビラゾリル)ホスフィン、トリス(2-ビラゾリル)ホスフィンオキシド、トリス(2-ビラゾリル)ヒドロキシメタン、トリス(1-イミダゾリル)メタン、トリス(3, 5-ジメチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3, 5-ジエチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3, 4, 5-トリメチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3, 5-ジメチル-4-n-ブチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-フェニル-5-メチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-(4-トリル)-5-メチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-(4-アニル)-5-メチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-(2-ビリジル)-5-メチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-(3-ビリジル)-5-メチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-(4-ビリジル)-5-メチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-フェニル-1-ビラゾリル)メタン、1-メチル-トリス(3-フェニル-1-ビラゾリル)メタン、メチル-トリス(3-エチル-1-ビラゾリル)メタン、メチル-トリス(3-フェニル-1-ビラゾリル)メタン、メチル-トリス(3, 5-ジメチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-(4-トリル)-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-(4-アニル)-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-プロピル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-エチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-メチル-1-ビラゾリル)メタン、メチル-トリス(3-フェニル-1-ビラゾリル)メタン、メチル-トリス(3, 5-ジメチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-(4-トリル)-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-(4-アニル)-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-プロピル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-エチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-メチル-1-ビラゾリル)メタン、トリス(3-フェニル-1-ビラゾリル)メタン等の含窒素三座配位子類が挙げられる。

【0017】本発明において、上記一般式(1)のBで用いられるハロゲン原子は特に限定されるものではないが、例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子またはヨウ素原子等が挙げられる。また、置換もしくは分岐状のアルキル基としては特に限定されるものではないが、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、シクロヘキシル基、ベンジル基またはフェニル基等が挙げられる。

【0018】上記一般式(1)で示されるクロム錯体の具体的な例としては特に限定されるものではないが、例えば、トリス(メトキシメチル)メタンクロムトリクロライド(III)、トリス(メトキシメチル)メタンクロム(ベンジル)ジクロライド(III)、1, 1, 1-トリス(メトキシメチル)エタンクロムトリクロライ

ト(111)、1, 1, 1-トリリス(エトキシメチル)エタングロムトリクロライド(111)、1, 1, 1-トリリス(フタキシメチル)エタングロムトリクロライド(111)、1, 1, 1-トリリス(フェノキシメチル)エタングロムトリクロライド(111)、トリフルルメタンクロムトリクロライド(111)、1, 1, 1-トリリス(メチルオキソメチル)エタングロムトリクロライド(111)、1, 1, 1-トリリス(ジメチルアミノメチル)エタングロムトリクロライド(111)、トリス(ヒバゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3, 5-ジメチル-1-ヒバゾリル)-メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3, 5-ジエチル-1-ヒバゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3, 5-ジメチル-1-ヒバゾリル)-メチル-メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3-フェニル-5-メチル-1-ヒバゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3-(2-ピリジリル)-5-メチル-1-ヒバゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3-(3-ピリジリル)-5-メチル-1-ヒバゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3-(4-ピリジリル)-5-メチル-1-ヒバゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3-フェニル-1-ヒバゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3-(3-トリル)-5-メチル-1-ヒバゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3-(3-アニル)-5-メチル-1-ヒバゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3, 5-ジメチル-1-ヒバゾリル)メタングロム(ヒドリル)ジクロライド(111)、トリス(3, 5-ジメチル-1-ヒバゾリル)-メタングロム(ベンジリル)ジクロライド(111)、トリス(3, 5-ジメチル-1-ヒバゾリル)メタングロム(エチル)ジクロライド(111)、トリス(3, 5-ジメチル-1-ヒバゾリル)メタングロムトリペンジリル(111)、1, 1, 1-トリリス(3, 5-ジメチル-1-ヒバゾリル)エタングロムトリクロライド(111)、トリス(3-ジシアロピリル-1-ヒバゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3-イソアロピリル-1-ヒバゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3-エチル-1-ヒバゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(3, 5-ジフェニル-1-ヒバゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(2-ピリジリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(6-メチル-2-ピリジリル)メタングロムトリクロライド(111)、トリス(2-ピリジリル)アミングロムトリクロライド(111)、トリス(1-イミダゾリル)メタングロムトリクロライド(111)、1, 1, 1-トリリス(ジメチルホスフィノメチル)エタングロム

トリクロライド (III)、1, 1, 1-トリス (ジフェニルホスフィノメチル) エタノクロムトリクロライド (III)、1, 1, 1-トリス (ジエチルホスフィノメチル) エタノクロムトリクロライド (III) 等が挙げられる。

【0019】これらのうち触媒活性の面から、一般式(1)で示される三環型構造を有する性質の多座配位子としては、炭素環構造を持つ多座三座配位子類が好ましく用いられ、より好ましくはトリス(3-(4-トリル)-1-ビザゾリル)メタン、トリス(3-(フェニル)-1-ビザゾリル)メタン、トリス(3,5-ジメチル-1-ビザゾリル)メタン、トリス(3-(フェニル)-5-メチル-1-ビザゾリル)メタン、トリス(3-(2-ピリジル)-5-メチル-1-ビザゾリル)メタン、(3-(3-ピリジル)-5-メチル-1-ビザゾリル)メタン、トリス(3-(4-ピリジル)-5-メチル-1-ビザゾリル)メタンが用いられる。また、Bとしてはハロゲン原子が好ましく用いられる。さらに好ましい三環型構造を有する中での多座配位子が配位したクロム錯体としては、3-(4-トリル)-1-ビザゾリル)メタンクロムトリクロライド(II)、トリス(3-(フェニル)-1-ビザゾリル)メタンクロムトリクロライド(III)、トリス(3,5-ジメチル-1-ビザゾリル)メタンクロムトリクロライド(III)、トリス(3-(フェニル)-5-メチル-1-ビザゾリル)メタンクロムトリクロライド(III)、(3-(3-ピリジル)-5-メチル-1-ビザゾリル)メタンクロムトリクロライド(III)、トリス(3-(4-ピリジル)-5-メチル-1-ビザゾリル)メタンクロムトリクロライド(III)、等が用いられる。

【10020】本発明において、上記の二配型構造を有する中性の多配位化合物が配位したクロム錯体の合成法は特に限定されるものではないが、例えば、多配位化合物とクロム化合物とかかる知の錯形成法【例えば、*Inorg. Chem.*, 25, 1080 (1986)等】により容易に合成することができる。この場合、使用できるクロム化合物としては特に限定されるものではないが、例えば、塩化クロム(III)、硫酸クロム(III)、臭化クロム(III)、臭化クロム(II)、ヨウ化クロム(III)、ヨウ化クロム(II)、ヨウ化クロム(II)、フッ化クロム(III)、フッ化クロム(II)、トリス(テトラヒドロリン)クロムトリクロライド(III)、トリス(1,4-ジジオキサン)クロムトリクロライド(III)、トリス(ジエチルエーテル)クロムトリクロライド(III)、トリス(ヒンジン)クロムトリクロライド(III)、トリス(アセトニトリル)クロムトリクロライド(III)等が挙げられる。

【0021】前記の多座配位子とクロム化合物を反応さ

せ、クロム錯体を形成させる際のクロム金属の濃度は特に制限されない。また、ここで用いられる溶媒としては特に限定されるものではないが、有機溶媒が好ましく用いられる。例えば、ベンタン、ヘキサソ、ヘプタン、オクタン、ノナン、デカン、シクロヘキサソ、デカリン等の脂肪族炭化水素類、ベンゼン、トルエン、キシレン、クソ、トリメチルベンゼン等の芳香族炭化水素類、ジエチルエーテル、テトラヒドロフラン等のエーテル類、塩化メチレン、クロロホルム、四塩化炭素等のハロゲン化炭化水素類が挙げられる。また、上記溶媒はそれぞれ単独で使用するのみならず、二種以上を混合して用いることも可能である。

【0022】また、錯体形成反応は、 $-80^{\circ}\text{C}$ から使用する反応溶媒の沸点までの任意の温度で行われ、好ましくは $20\sim 200^{\circ}\text{C}$ である。反応溶媒の沸点以上の温度で錯形成反応を行う場合には、加圧下で行うこともできる。反応時間は特に制限されず、通常 $1\sim 48$ 時間、好ましくは $5\sim 24$ 時間である。なお、反応時のすべての操作は、空気と水分を避けて行なうことが望ましい。また、原料及び溶媒は十分に乾燥しておくことが好ましい。

【0023】さらに別適合法として、上記の方法により合成した三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロムハロゲン錯体を原料に、アルキル金属化合物や金属ヒドリド化合物を溶媒中で反応させて、本発明の三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロム錯体を合成してもよい。

【0024】多座配位子が配位したクロム錯体は、通常固体として沈殿するので、ろ別により反応溶媒から分離できる。さらに、必要に応じて、上記溶媒を用いて洗浄を行い、次いで乾燥しエチレンの三量体触媒の構成成分の一つであるクロム錯体が合成される。なお、沈殿しない場合は、溶媒除去、真溶媒の添加あるいは冷却処理等により沈殿させることができる。

【0025】本発明においては、三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロム錯体のうち、その多座配位子が *facial* に配位したクロム錯体を用いることが好ましい。多座配位子が *facial* に配位したクロム錯体を用いることにより、ポリエチレンの副生が抑えられる等の効果が認められる。ここで、多座配位子が *facial* に配位した錯体とは、多座配位子により3つの配位座が占有された6配位八面体型錯体の異性体の一つである「化学選書 有機金属化学—基礎と応用—、143頁(炭華房)」。即ち、多座配位子により3つの配位座が占有された6配位八面体型錯体において、多座配位子が、3つの配位座が互いにシス位になるような配置で配位していることを意味する。

【0026】本発明において使用されるアルキル金属化合物は特に限定されるものではないが、例えば、下記一般式(4)



(式中、 $p$ は $0 < p \leq 3$ であり、 $q$ は $0 \leq q < 3$ であって、しかも $p+q$ は $1\sim 3$ である。Mはリチウム、マグネシウム、亜鉛、ホロンまたはアルミニウムを表し、Rは炭素数 $1\sim 10$ のアルキル基からなる群より選ばれる1種以上を表し、Xは水素原子、アルコキシド基、アリール基及びハロゲン原子からなる群より選ばれる1種以上を表す。)で示される化合物が好適なものとして挙げられる。上記一般式(4)において、炭素数 $1\sim 10$ のアルキル基は特に限定されるものではないが、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、シクロヘキシル基またはオクチル基等が挙げられる。アルコキシド基としては特に限定されるものではないが、例えば、メトキシド基、エトキシド基、ブトキシド基またはフェノキシド基等が挙げられる。アリール基としては特に限定されるものではないが、例えば、フェニル基等が挙げられる。ハロゲン原子としては特に限定されるものではないが、例えば、フッ素、塩素、臭素またはヨウ素が挙げられる。

【0027】なお、上記一般式(4)において、MがAlで、 $p$ と $q$ がそれぞれ1、5のとき、 $\text{AlR}_{1.5}\text{X}_5$ となる。このような化合物は、理論的には存在しないが、通常、慣例的に $\text{Al}_2\text{R}_3\text{X}_3$ のセスキ体として表現されており、これらの化合物も本発明に含まれる。

【0028】上記一般式(4)で示されるアルキル金属化合物としては、例えば、メチルリチウム、エチルリチウム、プロピルリチウム、*n*-ブチルリチウム、*sec*-ブチルリチウム、*tert*-ブチルリチウム、ジエチルマグネシウム、エチルブチルマグネシウム、エチルクロロマグネシウム、エチルプロモマグネシウム、ジメチル亜鉛、ジエチル亜鉛、ジブチル亜鉛、トリメチルホロン、トリエチルホロン、トリメチルアルミニウム、トリエチルアルミニウム、トリ*n*-ブチルアルミニウム、トリイソブチルアルミニウム、トリ*n*-ヘキシルアルミニウム、トリ*n*-オクチルアルミニウム、トリシクロヘキシルアルミニウム、ジメチルエチルアルミニウム、ジエチルアルミニウムとクロリド、ジイソブチルアルミニウムとクロリド、ジエチルアルミニウムとエトキシド、ジエチルアルミニウムとフェノキシド、シクロヘキシルフェニルアルミニウム、エチルアルミニウムとエトキシクロリド、ジエチルアルミニウムとクロリド、ジエチルアルミニウムとプロピド、ジイソブチルアルミニウムとクロリド、シクロヘキシルアルミニウムとクロリド、メチルアルミニウムとセスキクロリド、エチルアルミニウムとセスキクロリド、ブチルアルミニウムとセスキクロリド、エチルアルミニウムとジクロリド、イソブチルアルミニウムとジクロリド等が挙げられる。これらのうち入手の容易さ及び活性の面から、トリアルアルミニウム化合物が好ましく用いられる。さらに好ましくはトリエチルアルミニウム、トリ*n*-ブチルアルミニウム、トリイソブチルア

ルミニウム、トリ-*n*-ヘキシルアルミニウムやトリ-*n*-オクチルアルミニウム等が用いられる。これらのアルキル金属化合物は単独で使用するのみならず、二種以上を混合して用いることも可能である。アルキル金属化合物の使用量は、クロム錯体1モルに対して0.1～10000当量であり、好ましくは3～3000当量、より好ましくは5～2000当量である。

【0029】本発明で用いられるハロゲン化された有機高分子化合物は、炭素数1000～500000個の炭化水素基と500～250000個の周期表17族の元素からなる化合物であることを特徴とするハロゲン化有機高分子化合物である。具体的には、特に制限されるものではないが、ポリフッ化ビニル、ポリ塩化ビニル、ポリフッ化ビニリデン、ポリ塩化ビニリデン等の高分子化合物があげられる。使用量はクロム錯体1モルに対して該ハロゲン化有機高分子化合物中のハロゲン原子が0.0001～10000当量であり、好ましくは0.001～5000当量、より好ましくは0.01～1000当量である。

【0030】本発明におけるエチレンの三量化触媒は、例えばハロゲン化された有機高分子化合物とアルキル金属化合物を前もって接触させ、前記のクロム錯体と接触させることにより調整することができる。これらの混合順序は特に制限されない。

【0031】当該三量化触媒を調製する際のクロム錯体の濃度は特に制限されないが、通常、溶媒1あたり0.001マイクロモル～100ミリモル、好ましくは0.01マイクロモル～10ミリモルの濃度で使用される。0.001マイクロモルより小さい触媒濃度では十分な活性が得られず、逆に100ミリモルより大きい触媒濃度では触媒活性が増加せず経済的でない。当該三量化触媒を調製する際の温度は-100～250℃、好ましくは0～200℃である。接触時間は特に制限されず、1分～24時間、好ましくは2分～2時間である。接触時に用いられる溶媒としては、例えば、ブタン、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、イソオクタン、ノナン、デカン、シクロペンタン、シクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、シクロオクタン、デカリン等の脂肪族炭化水素類、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、クメン、トリメチルベンゼン、クロロベンゼン、ジクロロベンゼン等の芳香族炭化水素類および塩化メチレン、クロロホルム、四塩化炭素、ジクロロエタン等の塩素化炭化水素類が挙げられる。また、反応生成物、即ち、1-ヘキセンを溶媒として用いることもできる。これらの溶媒は、それぞれ単独で使用し得るのみならず、二種以上を混合して用いることも可能である。ここで、エチレンの三量化反応時のクロム錯体濃度をコントロールする目的で、必要に応じて濃縮や希釈しても差し支えない。なお、接触時のすべての操作は、窒素下で行うことが望ましい。原料及び溶媒は十分に

乾燥しておくことが好ましい。

【0032】本発明におけるエチレンの三量化反応は、例えばハロゲン化された有機高分子化合物とアルキル金属化合物を前もって接触させ、前記のクロム錯体と接触させた後、エチレンを接触させることにより行うことができる。この場合の接触方法は特に制限されないが、例えば、三量化反応の原料であるエチレンの存在下にハロゲン化された有機高分子化合物とアルキル金属化合物を接触させ更にクロム錯体を接触させて三量化反応を開始する方法、またはハロゲン化された有機高分子化合物とアルキル金属化合物を接触させクロム錯体を接触させた後にエチレンと接触させて三量化反応を行う方法がとられる。これらの混合順序は特に制限されない。

【0033】本発明におけるエチレンの三量化反応の温度は、-100～250℃であるが、好ましくは0～200℃である。反応圧力は、反応系がエチレン雰囲気であれば特に制限されないが、通常、0.01～3000 kg/cm<sup>2</sup>であり、好ましくは0.1～300 kg/cm<sup>2</sup>である。反応時間は、通常、5分～6時間である。また、エチレンは、前記の圧力を保つように連続的に供給してもよいし、反応開始時に前記圧力で封入して反応させてもよい。原料ガスであるエチレンには、反応に不活性なガス、例えば窒素、アルゴン、ヘリウム等が含まれていても何ら差し支えない。なお、エチレン三量化反応のすべての操作は、空気と水分を避ける行うことが望ましい。エチレンは十分に乾燥しておくことが好ましい。

【0034】本反応は、回分式、半回分式、連続式のいずれでも実施できる。エチレンの三量化反応終了後、反応液に、例えば、水、アルコール、水酸化ナトリウム水溶液等の失活剤を添加して反応を停止させることができる。失活した既クロム触媒は公知の脱炭処理方法、例えば、水またはアルカリ水溶液による抽出等で除去できる。生成した1-ヘキセンは、公知の抽出法や留置法により反応液より分離される。また、副生するポリエチレンは、反応液出口で公知の遠心分離法や1-ヘキセンを溶剤分離する際の残渣として分離除去することができる。

#### 【0035】

【実施例】以下に、本発明を実施例によりさらに詳細に説明するが、これらの実施例は本発明の概要を示すもので、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0036】IR測定：IRは、島津製作所製 赤外分光光度計 (FTIR-8100) を用いて、メジャー法で測定した。

【0037】ガスクロマトグラフィーによる分析：反応液中に含まれる炭素数4～8の生成物の定量は、GLサイエンス製「TC-1」のカラムを装着した島津製作所製のガスクロマトグラフ (GC-14A) を用いて分析し



た。分析条件は、窒素キャリアを用い、インジェクション温度280℃、検出器温度280℃に設定し、内部標準としてn-ヘプタンを用いた。分析は、このガスクロマトグラフに反応液を1.0μl注入した後、カラムの温度を40℃から250℃まで昇温することにより行った。

【0038】また、炭素数10以上の生成物は、上記ガスクロマトグラフとは別途用意したGLサイエンス製TC-1のカラムを装着した島津製作所製 ガスクロマトグラフ(GC-14A)を用いて分析した。分析条件は、窒素キャリアを用い、インジェクション温度300℃、検出器温度300℃に設定し、内部標準としてn-ヘプタンを用いた。分析は、このガスクロマトグラフに反応液を1.5μl注入した後、カラムの温度を50℃から300℃まで昇温することにより行った。

【0039】気体中に含まれる生成物は、クロムバック製  $Al_2O_3/KCl$  のカラムを装着した島津製作所製 ガスクロマトグラフ(GC-9A)を用いて分析した。分析条件は、窒素キャリアを用い、インジェクション温度200℃、検出器温度200℃及びカラム温度120℃に設定し、絶対検量法を用いた。分析は、このガスクロマトグラフに回収した気体を0.2ml注入することにより行った。

#### 【0040】参考例1

内容積100mlのシュレンク管に、J. Amer. Chem. Soc., 92, 5118 (1970)に記載の方法で合成した三脚型構造を有するトリス(3,5-ジメチル-1-ピラゾリル)メタン 126mg、トリス(テトラヒドロフラン)クロマトクロライド(III) 143mg、テトラヒドロフラン20mlを加え、窒素雰囲気下で12時間攪拌した。生成した結晶をろ別し、トリス(3,5-ジメチル-1-ピラゾリル)メタンクロマトクロライド(III)を得た(IR(ヌジール):  $1565\text{ cm}^{-1}$ )。以下、この錯体を錯体Aと称する。

#### 【0041】参考例2

内容積100mlのシュレンク管に、J. Amer. Chem. Soc., 92, 5118 (1970)に記載の方法を用いて合成した三脚型構造を有するトリス(3-フェニル-5-メチル-1-ピラゾリル)メタン 3

46mg、トリス(テトラヒドロフラン)クロマトクロライド(III) 255mg、テトラヒドロフラン5mlとトルエン20mlを加え、窒素雰囲気下で24時間95度で攪拌した。生成した結晶をろ別し、トリス(3-フェニル-5-メチル-1-ピラゾリル)メタンクロマトクロライド(III)を得た(IR(KBr):  $1566\text{ cm}^{-1}$ )。以下、この錯体を錯体Bと称する。

#### 【0042】比較例1

温度計及び攪拌装置を備えた内容積1000mlのステンレス製耐圧反応容器に、参考例1で合成した錯体Aとトリエチルアルミニウムのトルエン溶液を導入した後、トルエンを加えて反応液量を250mlとした。1000rpmで攪拌しながら反応容器内の温度を80℃にして、反応器内のエチレン圧をゲージ圧で40kg/cm<sup>2</sup>に維持するように導入し続け、これらの反応条件を保った状態で30分反応を行なった。その後、反応容器中に水を窒素で圧入することにより触媒を失活させて反応を停止した。反応容器を室温まで冷却し、次いで脱圧した。反応液及び回収した気体中に含まれる生成物をガスクロマトグラフィーにより分析した。結果を表1に示す。

#### 【0043】実施例1~2

温度計及び攪拌装置を備えた内容積1000mlのステンレス製耐圧反応容器に、参考例1または参考例2で合成した錯体Aまたは錯体Bを入れ、トリエチルアルミニウムとポリフッ化ビニリデン( $M_w=534000$ )を混合したトルエン溶液を加えた後、トルエンを加えて反応液量を250mlとした。1000rpmで攪拌しながら反応容器内の温度を80℃にして、反応器内のエチレン圧をゲージ圧で40kg/cm<sup>2</sup>に維持するように導入し続け、これらの反応条件を保った状態で30分反応を行なった。その後、反応容器中に水を窒素で圧入することにより触媒を失活させて反応を停止した。反応容器を室温まで冷却し、次いで脱圧した。反応液及び回収した気体中に含まれる生成物をガスクロマトグラフィーにより分析した。結果を表1に示す。

#### 【0044】

#### 【表1】

実験番号	錯体	FV(%) (mg)	ヘキセン-1溶解		モノマー/生成物 (wt%)	オリゴマー分布 (wt%)			$\alpha$ -ヘキセン(%)
			[kg/g-Gr/h]	[kg/g-無溶媒/h]		O4	O8	O8以上	
比較例1	錯体A	0	114	570	0.1	0.1	77.2	22.7	99.8
実施例1	錯体A	31	23.8	119.0	トレース	0.1	92.2	7.7	99.7
実施例2	錯体B	31	33.7	168.5	トレース	0.1	98.5	1.4	99.8

(※1)ポリフッ化ビニリデン( $M_w=534000$ )、(※2)6-オクチノール-1のヘキセン-1。

アルキル金属化合物: 160mmol/l (Ei3Al)/トルエン溶液を3.1ml使用

反応条件: 錯体A(8μmol), Et3Al(Al/C=120), エチレン(40kg/cm<sup>2</sup>), 80℃, 30分、攪拌速度(1400rpm)

【発明の効果】本発明によれば、ハロゲン化された有機高分子化合物とアルキル金属化合物を接触させ、更に三脚型構造を有する中性の多座配位子が配位したクロム錯

体を接触させることにより得られるエチレンの三量化触媒は、安定で取り扱いが容易であり、しかもこれを用いるとエチレンから効率よく、かつ高選択的に1-ヘキ

センを製造することができる。

---

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

(参考)

C 0 8 F 10/02

C 0 8 F 10/02

Fターム(参考) 4G069 AA06 BA22A BA22B BA27A  
 BA27B BC04A BC10A BC16A  
 BC16B BC35A BC58A BD03A  
 BE01A BE01B BE05A BE05B  
 BE33A BE34B BE38A BE38B  
 BE45A BE46A BE46B CB47  
 DA03  
 4H006 AA01 AA02 AB40 AB46 AC21  
 AC23 AC92 BA03 BA06 BA07  
 BA09 BA14 BA28 BA31 BA32  
 BA37 BA47  
 4H039 CA29 CD10 CF10  
 4J028 AA01A AB00A AC42A BA01B  
 BB00B BB01B BC01B BC05B  
 BC06B BC07B BC09B BC12B  
 BC15B BC16B BC17B BC19B  
 BC24B BC27B CB08A CB08B  
 CB08C CB09A CB09B CB09C  
 FA06 FA07 GB01